

АГЕЕВ

2 (I)

BEST AVAILABLE COPY

1



РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) RU (11) 2 040 445 (13) C1  
(51) МПК<sup>6</sup> B 64 G 1/40

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 5043219/23, 22.05.1992

(46) Дата публикации: 25.07.1995

(56) Ссылки: 1. Гришин С.Д. и др. Плазменные  
ускорители. М., 1983, с.158-159.2. Там же, с.80.

(71) Заявитель:  
Головное конструкторское бюро  
Научно-производственного объединения  
"Энергия" им.акад.С.П.Королева

(72) Изобретатель: Агеев В.П.,  
Островский В.Г.

(73) Патентообладатель:  
Головное конструкторское бюро  
Научно-производственного объединения  
"Энергия" им.акад.С.П.Королева

(54) ОБЪЕДИНЕННАЯ ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНАЯ ДВИГАТЕЛЬНАЯ УСТАНОВКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА, СПОСОБ СОЗДАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ МОМЕНТОВ ПО КАНАЛАМ ТАНГАЖА И РЫСКАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С УКАЗАННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ И ТРЕХКАНАЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

(57) Реферат:

Изобретение относится к объединенным (маршевым и управляющим ориентацией) электрореактивным двигательным установкам (ОЭРДУ) для космических аппаратов (КА). Использование: КА с ядерной энергетической установкой. Сущность изобретения: в ОЭРДУ для КА, содержащей связку маршевых ЭРД и связку ЭРД ориентации аппарата по углам тангажа, рыскания и крена, последняя выполнена в виде четырех блоков двигателей, симметрично расположенных в плоскости размещения маршевых двигателей (МД), при этом попарно с двигателями ориентации расположено равное число МД, а остальные МД установлены равномерно в промежутках между указанными парами двигателей, причем двигатели ориентации по углу крена выполнены аналогичными МД и установлены в паре с ними. По крайней мере пара диаметрально расположенных МД, установленных в парах с двигателями

ориентации по углу крена, выполнены трехканальными, один из которых маршевый, а два других ориентированы во взаимно противоположных направлениях, перпендикулярных ориентации МД, при этом все каналы параллельно подключены к энергетической установке. Способ создания управляющих моментов по каналам тангажа и рыскания заключается в том, что одновременно с включением одного или группы ЭРД ориентации выключают соответственно один или группу диаметрально противоположных МД. Кроме того, в трехканальном ЭРД с замкнутым дрейфом электронов, применяемом в данной ОРДУ, аноды-газораспределители, источник магнитного поля, магнитопровод и полюсные наконечники выполнены специальным образом, обеспечивающим упрощение управления системой ЭРД и повышение надежности системы. 3 с.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 040 445 C1

RU 2 040 445 C1



RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 040 445** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl. <sup>6</sup> **B 64 G 1/40**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 5043219/23, 22.05.1992

(46) Date of publication: 25.07.1995

(71) Applicant:  
Golovnoe konstruktorskoe bjuro  
Nauchno-proizvodstvennogo ob"edinenija  
"Ehnergija" im.akad.S.P.Koroleva

(72) Inventor: Ageev V.P.,  
Ostrovskij V.G.

(73) Proprietor:  
Golovnoe konstruktorskoe bjuro  
Nauchno-proizvodstvennogo ob"edinenija  
"Ehnergija" im.akad.S.P.Koroleva

(54) **COMBINED ELECTRIC JET-PROPULSION ENGINE UNIT FOR SPACECRAFT, METHOD OF CREATING CONTROLLING MOMENTS AND THREE-CHANNEL ELECTRIC JET-PROPULSION ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: space engineering. SUBSTANCE: combined electric jet-propulsion engine unit for spacecraft has cluster of cruise electric jet engines and cluster of electric jet engines for pitch, roll, and yaw orientation of the spacecraft. The orientation cluster is constructed as four engine assemblies arranged symmetrically in the plane of cruise engines. Each orientation engine is mounted in pair with the cruise engine. The remainder cruise engines are arranged uniformly in the spaces between the mentioned pairs of the engines. The roll orientation engines are the same as the cruise engines and mounted in pair with them. At least one pair of diametrically opposite cruise engines mounted in pair with

the roll orientation engines are three-channel. One channel is cruise and the other two channels point in opposite directions perpendicular to the cruise engine orientation. All channels are connected with the power plant in parallel. The method of creating controlling moments of pitch and yaw channel includes connection of one or group of orientation electric jet engines simultaneously with disconnection of one or group of diametrically opposite cruise engines respectively. The three-channel electric jet engine has anodes-gas-distributors, magnetic field source, magnetic conductor and pole tips. EFFECT: simplified method of control and enhanced reliability. 4 cl, 2 dwg

RU 2 040 445 C1

RU 2 040 445 C1

Изобретение относится к объединенным (маршевым и управляющим ориентацией) электрореактивным двигательным установкам (ОЭРДУ) космических аппаратов (КА) преимущественно с ядерной энергетической установкой (ЯЭУ).

Как правило, двигательные установки КА состоят из нескольких двигателей, маршевая тяга которых направлена вдоль его оси. Известен его способ создания управляющих моментов по каналам тангажа и рыскания в таких КА за счет рассогласования тяги указанных двигателей относительно заданной оси КА путем дросселирования тяги одной группы двигателей и форсирования противоположной относительно этой оси группы двигателей.

Однако указанный способ управления КА по каналам тангажа и рыскания пригоден в основном при использовании двигателей со сравнительно большой тягой (типа пороховых или жидкостных ракетных двигателей).

Для КА с ЯЭУ, использующих ЭРДУ в качестве маршевых двигателей ориентации, такой способ неэффективен, так как максимальная глубина форсирования и дросселирования ЭРД типа, например, стационарного плазменного двигателя (СПД) составляет 20% (при условии не очень большого снижения удельных реактивных параметров и ресурсов СПД). Известно также, что максимальный потребный управляющий момент на КА с ЯЭУ больших размерностей составляет от одного до нескольких кгм. Так как в случае применения ЯЭУ для КА с ЭРДУ максимальная величина плеча диаметрально расположенных ЭРД ограничена угловым размером (из-за применения теневой радиационной защиты) и, как правило, не превышает 10 м, то минимальный уровень тяги для создания необходимого управляющего момента должен превышать 100 г. В то же, время форсирование на 20% ЭРД мощностью даже 25 кВт дает прирост тяги всего 25 г.

Поэтому более эффективным способом получения управляющих моментов для КА с ЯЭУ и ЭРДУ является установка ЭРД на карданном подвесе, как это сделано в упомянутой выше двигательной установке, где 12 ионных двигателей за счет шарнирного закрепления допускают поворот на угол  $\pm 10^\circ$ , т.е. до  $40^\circ$  (двигатели повернуты на  $30^\circ$  для предотвращения эрозии КА от ионной струи) относительно продольной оси КА, что дает возможность, изменяя угол наклона вектора тяги симметричных относительно соответствующей оси двигателей, получить управляющий момент.

Недостатками такой ЭРДУ и, соответственно, способа получения управляющих моментов являются значительное снижение эффективной тяги маршевой двигательной установки на 10-15% а также затраты энергии на многократный поворот двигателей и пониженная надежность карданных узлов при их многократной работе в условиях космического вакуума.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является конструктивно-компоновочная схема электрореактивной двигательной установки с ядерным реактором генератором электрической энергии, в которой используется лучевой принцип построения

КА, позволяющий получить минимальную массу радиационной защиты [1] ЭРДУ komponуется в виде последовательно соединенных отсеков внутри конического объема, в вершине которого расположен отсек реактора-генератора. Вслед за реактором-генератором и теневой защитой располагаются преобразователи электрической энергии, двигатели ориентации и отсек маршевых ЭРД. Обычно два блока по четыре ЭРД ориентации той же размерности, что и маршевые ЭРД, размещают непосредственно за теневой радиационной защитой. Такое расположение ЭРДУ необходимо для получения максимального плеча. Момент, создаваемый двигательной установкой ориентации, составляет от 0,1 до нескольких кгм. Максимальный момент создается включением двух ЭРД ориентации по каналам тангажа и рыскания или двух ЭРД по крену.

Для некоторого снижения массы указанных ЭРД ориентации они могли бы быть выполнены двухканальными, т.е. с единой магнитной системой [2] В этом случае прототип содержал бы аноды-газораспределители и катоды, разрядные каналы, электромагнит и магнитопровод, состоящий из плоских полюсов и соединенных между собой сердечников, тракты подачи рабочего тела.

Недостатками указанного технического решения являются, во-первых, необходимость затрат энергии и рабочего тела на питание ЭРД ориентации и, во-вторых, вынужденное расположение ЭРД ориентации в "горячей" зоне, в которой температура составляет более  $750^\circ\text{C}$ , что значительно снижает ресурс многих узлов электрореактивных двигателей.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в следующем:

получить нужный управляющий момент относительно данной оси (т.е. по каналу тангажа или рыскания);

обеспечить размещение двигателей ориентации в паре с маршевыми, симметрично расположенных в виде четырех блоков относительно осей в плоскости маршевых двигателей так, чтобы включение по крайней мере одного из двигателей ориентации и выключение диаметрально противоположного аналогичного маршевого двигателя позволяло бы управлять моментом, не меняя величины маршевой тяги;

суущественно снизить затраты энергии и рабочего тела при создании управляющего момента по крену при использовании трехканальных двигателей;

значительно сократить массу ОЭРДУ, а также повысить ресурс работы по сравнению с маршевой ОЭРДУ прототипа, так как в предлагаемом изобретении все ЭРД ориентации работают на создание маршевой тяги;

обеспечить расположение всех двигателей в "холодной" зоне КА.

В прототипе двигатели ориентации для создания необходимых по величине управляющих моментов (для увеличения плеча силы) вынуждены были располагать в "горячей" зоне (температура в зоне более  $750^\circ\text{C}$ ) непосредственно за теневой радиационной защитой, что создавало большие трудности при конструировании ЭРД

А

ориентации и дополнительно снижало их ресурс.

Кроме того, предлагаемые трехканальные ЭРД значительно упрощают управление КА по крену, так как оно заключается в основном в открытии клапана для подачи рабочего тела в соответствующий управляющий канал.

Технический результат достигается тем, что в объединенной электрореактивной двигательной установке для космического аппарата преимущественно с ядерной энергетической установкой [1] содержащей связь маршевых электрореактивных двигателей, расположенных симметрично относительно продольной оси установки в плоскости, перпендикулярной, и связи электрореактивных двигателей ориентации аппарата по углам тангажа, рыскания и крена, связь двигателей ориентации выполнена в виде четырех блоков двигателей, симметрично расположенных в плоскости размещения маршевых двигателей, при этом попарно с двигателями ориентации расположено равное число маршевых двигателей, а остальные маршевые двигатели смонтированы равномерно в промежутках между указанными парами двигателей, причем двигатели ориентации по углу крена выполнены аналогично маршевым двигателям и установлены в паре с ними.

При этом в объединенной электрореактивной двигательной установке по крайней мере пара диаметрально расположенных маршевых двигателей, установленных в парах с двигателями ориентации по углу крена, выполнены трехканальными, один из которых маршевый, а два других ориентированы во взаимно противоположных направлениях, перпендикулярных ориентации маршевых двигателей, при этом все каналы параллельно подключены к энергетической установке.

Способ создания управляющих моментов по каналам тангажа и рыскания в указанной объединенной электрореактивной двигательной установке при поддержании номинальной величины маршевой тяги путем включения соответствующих ЭРД ориентации [2] заключается в том, что одновременно с включением одного или группы ЭРД ориентации выключают, соответственно, один или группу диаметрально противоположных маршевых ЭРД.

Кроме того, в трехканальном электрореактивном двигателе с замкнутым дрейфом электронов объединенной электрореактивной двигательной установки, содержащей маршевый и два управляющих канала с установленными в них анодами-газораспределителями, соединенными с системами подачи газа и катодами, источник магнитного поля, магнитопровод и полюсные наконечники, магнитопровод выполнен в виде Т-образно соединенных между собой сердечников, полюсные наконечники каждого канала выполнены в виде фланцев и перпендикулярно отогнутых лепестков, в которых выполнены указанные каналы, при этом в системах подачи газа в аноды-газораспределители установлены жиклеры, гидравлические сопротивления которых для маршевого и управляющих каналов соотносятся как  $(100K/n-1)$ : 1, где  $K$

число трехканальных двигателей;  $n$  общее число маршевых двигателей.

На фиг. 1 изображен межорбитального космический аппарат (буксир) с ядерной энергетической установкой 1, вырабатывающей электроэнергию для питания объединенной электрореактивной двигательной установки, расположенной за теневой радиационной защитой 2; ОЭРДУ смонтирована в относительно "холодной" зоне за холодильником-излучателем 3 и тепловым экраном 4 и состоит из системы хранения и подачи рабочего тела 5 и установленных на откидных штангах 6 электрореактивных двигателей типа СПД. Причем двигатели 8 ориентации (по каналам тангажа и рыскания) в количестве, кратном четырем (в данном случае восемь по числу двигателей ориентации в ЭРДУ прототипа), установлены по окружности (в рабочем положении) в плоскости маршевых двигателей 9 диаметрально противоположно и симметрично относительно координатных осей КА. При этом в паре с каждым из двигателей 8 ориентации расположены восемь маршевых двигателей 9, а остальные маршевые двигатели (в рассматриваемом примере 12 шт.) смонтированы равномерно в четырех промежуточных секторах окружности. Кроме того, по крайней мере одна пара из диаметрально противоположных маршевых ЭРД 10 выполнена трехканальной с основным маршевым каналом той же размерности, что и на других маршевых ЭРД, и двумя взаимно противоположными каналами 7 меньшей размерности, ось которых перпендикулярна оси основного канала и расположена в плоскости двигательной установки, причем все каналы параллельно подключены к энергетической установке. За ОЭРДУ расположены приборный отсек 11 и полезная нагрузка 12.

На фиг. 2 показана конструкция трехканальной ЭРД для указанной ОЭРДУ, в которой аноды-газораспределители 13 и 14 соответственно маршевого и управляющего разрядных каналов 15 и 16 установлены соосно с Т-образно соединенными сердечниками 17 и 18 магнитопровода 19. При этом площадь поперечного сечения центрального сердечника 17 маршевого канала выбрана вдвое большей, чем у периферийных сердечников 18, для обеспечения постоянства магнитного потока. Электромагнит 20 установлен на центральном сердечнике 17. Размеры маршевого 15 и управляющего 16 разрядных каналов выбраны из условия постоянства плотности тока в каналах. Так, для маршевого ЭРД типа СПД мощностью 25 кВт при среднем диаметре  $D$  250 мм и ширине канала  $H$  36 мм плотность тока  $j$  равна  $j = I / \pi D H$  140 мА/см<sup>2</sup>. При одинаковых напряжении и плотности тока площадь поперечного сечения канала управляющего ЭРД составляет, например, 9 см при мощности, затрачиваемой на управление по крену, 10% от мощности маршевого ЭРД, что при диаметре канала 100 мм дает ширину 9 мм. Наружные полюса трехканального двигателя выполнены из сплава 49КФ и имеют форму центрального фланца 21 с перпендикулярно отогнутыми лепестками 22 с отверстиями под соответствующие разрядные каналы. В трактах подачи рабочего тела в аноды 13 и 14

RU 2040445 C1

10 5 4 0 4 0 2 RU

установлены жиклеры 23 и 24 соответственно для маршевого и управляющего каналов. Соотношение их гидравлических сопротивлений  $(100 \text{ К/л } 1):1$ , где К число трехканальных двигателей в ОЭРДУ; п количество маршевых ЭРД. В указанных трактах подачи рабочего тела установлены отсечные клапаны 25 и 26 соответственно для подачи рабочего тела в маршевый канал и управляющие каналы трехканального ЭРД. Между разрядными каналами 15 и 16 установлен катод 27, обеспечивающий эмиссию электронов для нейтрализации ионного потока из разрядных каналов двигателя.

Предлагаемая ОЭРДУ работает следующим образом.

При движении КА по заданной траектории работают все маршевые ЭРД, кроме резервных, на номинальном режиме. При необходимости корректировки траектории по каналам тангажа или рыскания одновременно выключают пару маршевых двигателей 9 соответственно относительно оси Y или Z и включают пару двигателей 8 ориентации, расположенных диаметрально противоположно выключенным двигателям 9 относительно нужной оси. Так как двигатели 8 и 9 аналогичны друг другу, то маршевая тяга ОЭРДУ не изменяется, а управляющий момент по каналу тангажа или рыскания, равный произведению диаметра, на котором установлены двигатели, на тягу указанной пары двигателей для рассматриваемого примера составляет величину порядка четырех кН.

При необходимости создания управляющих моментов по каналу крена по крайней мере в двух диаметрально противоположных трехканальных двигателях 10, все три канала которых параллельно подключены к источнику электропитания (ЯЭУ 1), перераспределяют рабочее тело, снижая на величину п/К, расход в маршевые разрядные каналы 15 и одновременно подавая это рабочее тело в управляющие разрядные каналы 16, расположенные на ОЭРДУ либо по часовой, либо против часовой стрелки (как показано на фиг.1). Для указанного перераспределения рабочего тела в параллельно подключенные к источнику электропитания разрядные каналы трехканальных ЭРД 10 открывают соответствующую пару клапанов 26, и рабочее тело обратно пропорционально гидравлическим сопротивлениям жиклеров 23 и 24 распределяется между каналами указанных двигателей.

Снижение расхода в паре маршевых двигателей на величину п/К, выбрано из следующих соображений. Пусть момент по крену  $M_{\text{кр}}$  создается при работе К каналов (К четное число). Тогда расход  $G_{\text{кр}}$  рабочего тела, необходимый для создания  $M_{\text{кр}}$  на плече R, при удельной тяге  $P_{\text{уд}}$ , равной удельной тяге маршевого ЭРД, равен

$$G_{\text{кр}} = M_{\text{кр}} / P_{\text{уд}} \cdot R$$

Отношение этого расхода к расходу  $G_{\text{ок}}$  трехканальных двигателей

$$G_{\text{кр}} / G_{\text{ок}} = M_{\text{кр}} / P_{\text{уд}} \cdot G_{\text{ок}} \cdot R$$

Если учесть, что управление по каналам крена, рыскания и тангажа ведется с использованием ЭРД, имеющих практически одинаковую маршевую тягу и симметрично

расположенных практически на одинаковых плечах R, и что для создания, например, управляющего момента  $M_{\text{р}}$  по каналу рыскания потребуются несимметричное включение п двигателей, то

$$G_{\text{кр}} / G_{\text{ок}} = \text{п/К} \cdot M_{\text{кр}} / M_{\text{р}}$$

При соблюдении условия, что потери эффективной маршевой тяги ОЭРДУ составляют 1% (т.е. маршевая тяга двигательной установки в пределах точности измерения не меняется), можно показать, что

$$(G_{\text{кр}} / \text{п} \cdot M_{\text{р}}) \cdot 100 = 1, \text{ где } M_{\text{р}} \text{ — расход рабочего}$$

тела в один маршевый ЭРД или

$$G_{\text{кр}} / G_{\text{ок}} = \text{п/К} \cdot 100 = \text{п/К} \cdot M_{\text{кр}} / M_{\text{р}} \cdot 100.$$

Окончательно можно записать

$$G_{\text{кр}} / G_{\text{ок}} = \text{п/100} \cdot \text{К} \cdot \text{где } \text{п/К} = M_{\text{кр}} / M_{\text{р}};$$

б коэффициент, зависящий от числа двигателей, используемых по каналам рыскания и крена;

$M_{\text{кр}} / M_{\text{р}}$  задается при разработке системы

управления КА.

Таким образом, для рассмотренного примера имеем: п 20, К 2, тогда  $G_{\text{кр}} / G_{\text{ок}} = 1/10$  и при заданном  $M_{\text{кр}} / M_{\text{р}}$  и п/К определяется коэффициент б.

Например, для рассматриваемого в примере межорбитального буксира при  $M_{\text{кр}} / M_{\text{р}} 0,05$  и п/К 10, б 200, т.е. п/К 2 или п 4, т.е. для создания управляющего момента по каналу рыскания (или тангажа) нужно несимметрично относительно соответствующей оси включить четыре двигателя.

Таким образом, для управления КА по крену необходимо в паре маршевых трехканальных ЭРД уменьшить расход рабочего тела в маршевые каналы на п/К, и подать рабочее тело в соответствующие управляющие каналы. Для этого в тракты подачи рабочего тела в трехканальных ЭРД установлены жиклеры 23 и 24, гидравлические сопротивления которых соотносятся как  $(100 \text{ К/л } -1):1$ , т.е. для рассматриваемого примера 9:1.

#### Формула изобретения:

1. Объединенная электрореактивная двигательная установка космического аппарата, содержащая маршевые электрореактивные двигатели, размещенные симметрично относительно продольной оси космического аппарата в плоскости, перпендикулярной этой оси, и электрореактивные двигатели ориентации по углам тангажа, рыскания и крена, отличающаяся тем, что двигатели ориентации по углам тангажа и рыскания сгруппированы в четыре блока с равным числом двигателей в каждом блоке, установленных симметрично относительно продольной оси двигательной установки в плоскости размещения маршевых двигателей, часть маршевых двигателей установлена совместно с двигателями ориентации, причем число маршевых двигателей в каждом блоке равно числу установленных в нем двигателей ориентации, остальные маршевые двигатели размещены равномерно в промежутках между блоками двигателей, причем из них по меньшей мере пара диаметрально расположенных выполнена в виде трехканальных электрореактивных двигателей, один из каналов каждого из которых выполнен маршевым, а два других ориентированы

6

взаимно противоположно в плоскости, перпендикулярной направлению ориентации маршевых двигателей, причем все каналы подключены к энергетической установке параллельно.

2. Способ создания управляющих моментов по каналам тангажа и рыскания космического аппарата с объединенной электрореактивной двигательной установкой, включающий создание момента сил относительно заданной оси управления путем включения одного или группы электрореактивных двигателей ориентации, отличающийся тем, что одновременно с включением двигателей ориентации выключают один или группу диаметрально противоположно расположенных маршевых электрореактивных двигателей.

3. Трехканальный электрореактивный двигатель, содержащий маршевый и два

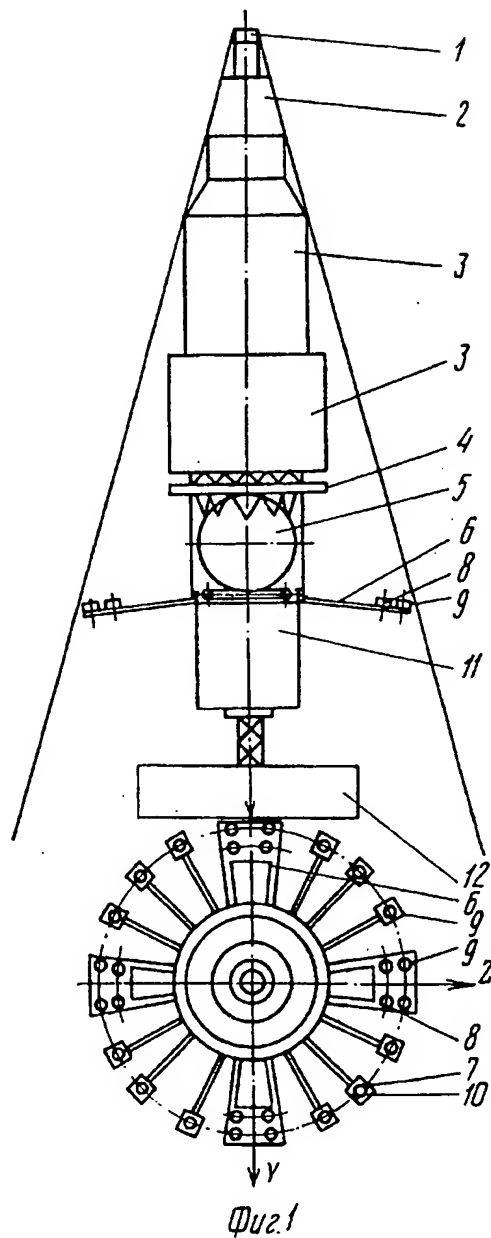
управляющих канала с установленными в них анодами газораспределителями и катодами, источниками магнитного поля, магнитопровод и полюсные наконечники, причем каналы связаны с системами подачи газа, отличающийся тем, что магнитопровод выполнен в виде Т-образно связанных между собой сердечников, полюсные наконечники каждого канала выполнены в виде фланцев, снабженных расположенными под прямым углом к ним лепестками, в которых выполнены каналы двигателя, а системы подачи газа в аноды-газораспределители снабжены жиклерами, гидравлические сопротивления которых для маршевого и управляющего каналов относятся как

$(100K/n)^{1/2}$ ,  
где К число трехканальных двигателей;  
n общее число маршевых двигателей.

RU 2040445 C1

RU 2040445 C1

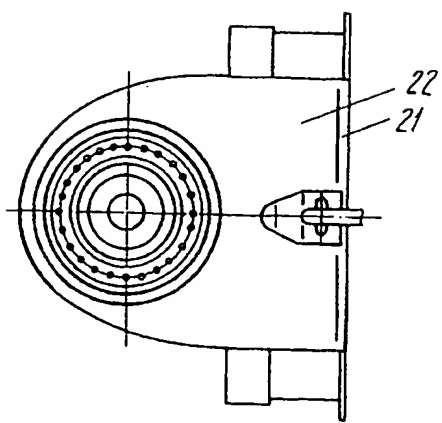
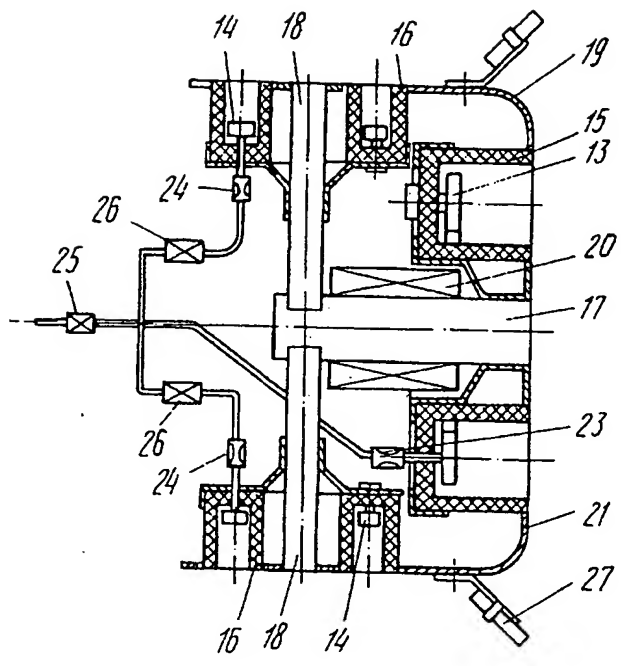
7



RU 2040445 C1

RU 2040445 C1

8



Фиг. 2

RU 2040445 C1

RU 2040445 C1



9

★ENER= Q25

96-149743/15

★RU 2040445-C1

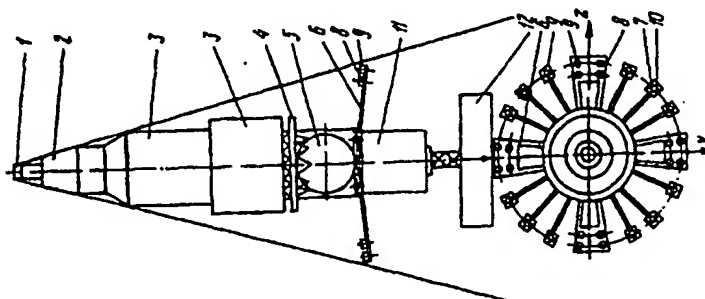
Spacecraft combined electro-reactive drive unit - whose pitching and yaw angle orientation engines are grouped into four blocks

ENERGIYA RES PRODN ASSOC CONSTR BUR 92.05.22 92SU-5043219

(95.07.27) B64G 1/40

The unit has a nuclear power plant (1) with radiation protection (2), a refrigerator-radiator (3) an heat screen (4). The stationary plasma engines are fitted on hinged rods (6). The orientation engines (8) are placed along the periphery in the route engine (9) plane diametrically opposite and symmetrically w.r.t. the spacecraft coordinate axes. The anode-gas distributors (13,14) of the route and controlling discharge channels (15,16) are fitted coaxially with T-shaped connection cores (17,18) of the magnet conductor (19). The electromagnet (20) is fitted inside the central core (17).

USE/ADVANTAGE - In spacecraft. Required controlling moment is formed w.r.t. given axis. Bul. 21/27.7.95 (7pp Dwg.No.1,2/3)  
N96-125957



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**